

# Anpassungen an der Betriebssteuerung im ÖPNV durch Einsatz automatisierter und vernetzter Fahrzeuge

## Master's Thesis von Maria Zaglauer

### Mentor(in/innen/en):

Dr. Ing. Antonios Tsakarestos  
Dipl.-Ing. (Univ.) Ulrich Glöckl

### Externe(r) Mentor(in/innen/en):

Dieter Stelzer M.Sc. (Stadtwerke München)

Automatisierungsstufen	Beschreibung
Level 0	Keine Automatisierung
Level 1	Fahrerassistenz
Level 2	Teilautomatisierung
Level 3	Begrenzte Automatisierung
Level 4	Hohe Automatisierung
Level 5	Volle Automatisierung

### Konventioneller Busbetrieb

- Beruhet stark auf persönlicher Kommunikation
- Vorwiegend manuelle Informationsweitergabe

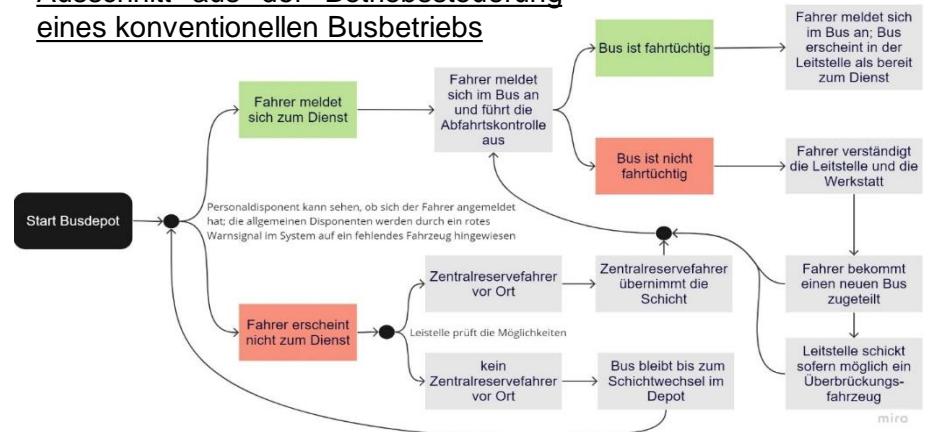
### Erforderliche Anpassungen zum autonomen Busbetrieb

- Digitale Verknüpfung und Informationsübertragung aller erforderlichen Systeme
- Umbau eines konventionellen Busses
  - Umfelderfassungssysteme und automatische Fahrsysteme
  - Bordcomputer, der mit allen erforderlichen Systemen verknüpft ist und die Fahraufgabe steuert
- Implementierung eines Betriebshofmanagementsystems (BMS)
  - Steuert und koordiniert die Abläufe im Betriebshof
  - Initiiert das Aufrüsten der Busse
- In der Leitstelle
  - Fortbildung der Mitarbeiter (Technische Aufsicht (TA) oder Hilfskräfte der TA)
  - Anpassung des Leitsystems auf die Anforderungen der autonomen Fahrzeuge

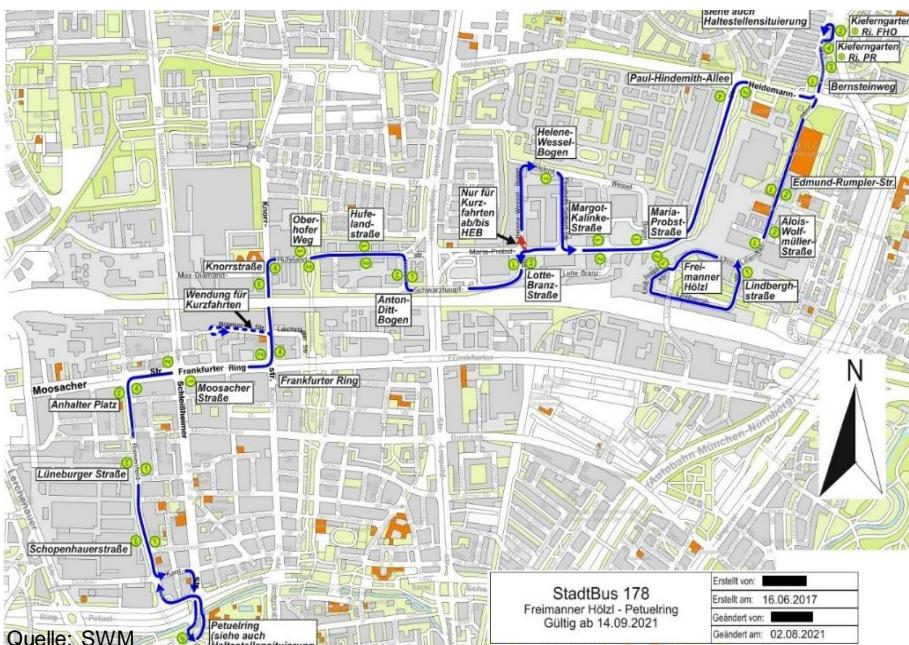
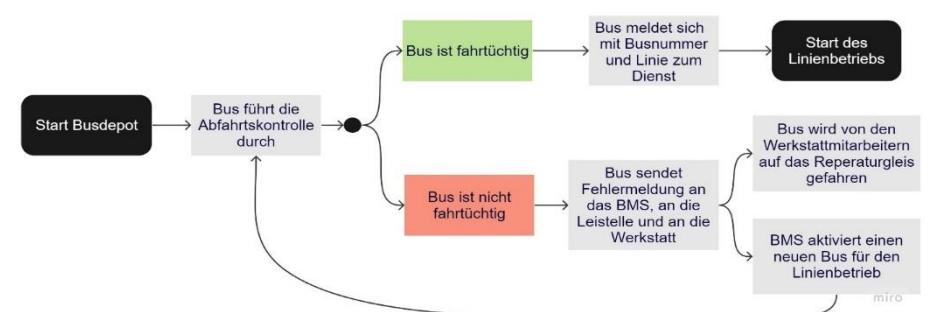
### Technische Betrachtung des automatisierten Straßenfahrzeugs

- Ortung der Fahrzeuge mit GNSS und hochgenauen Karten
- Umfelderfassung
  - Sensoren (Radare, Lidare, Kameras und Ultraschall) detektieren die Umgebung
  - Sensordatenfusion zum assimilieren der Vorteile der unterschiedlichen Sensoren und zur Generation eines Umfeldmodells
- Ausführen der Fahraufgabe mithilfe von künstlicher Intelligenz

### Ausschnitt aus der Betriebssteuerung eines konventionellen Busbetriebs



### Ausschnitt aus der Betriebssteuerung eines automatisierten Busbetriebs



### Fallbeispiel – MINGA Projekt

- Betrieb eines autonomen Solobusses auf der Linie 178
- Test des Passagierbetriebs mit einer ausgewählten Personengruppe
- Potenzielle Schwierigkeiten und Gefahren
  - Unbekannte und komplexe Verkehrssituationen
  - Schlechte Fahrbahnmarkierungen
  - Gefahr der Behinderung des Verkehrsflusses durch Anhalten des autonomen Busses bei bspw. dem Warten auf die Freigabe eines Fahrmanövers
- Hypothetische Betrachtung eines autonomen Linienbetriebs auf der Linie 178
  - Betrieb einer autonomen Busflotte (11-12 Busse)
  - Automatisierte Betriebssteuerung